

# COMPARATIVO ENTRE OS CONVERSORES BOOST-FLYBACK E FLYBACK ESTÁGIO ÚNICO APLICADOS AO ACIONAMENTO DE LÂMPADAS DE LEDS DE POTÊNCIA PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

## **Thiago Maboni**

Acadêmico do curso de engenharia elétrica da Universidade Federal de Santa Maria  
tmaboni@gedre.ufsm.br

## **Priscila E. Bolzan**

Acadêmica do curso de engenharia elétrica da Universidade Federal de Santa Maria  
priscila@gedre.ufsm.br

## **Paulo C. V. Luz**

Acadêmico do Programa de Pós- Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria

paulocesarluz@gedre.ufsm.br

## **Ricardo N. do Prado**

Professor do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria  
ricardo@gedre.ufsm.br

***Resumo.** Este trabalho apresenta um estudo comparativo entre os conversores isolados Boost-Flyback e Flyback estágio único, aplicados a LEDs de potência para iluminação pública. Um dos conversores é integrado, sendo que o outro opera em estágio único. Os conversores foram projetados e atenderam os requisitos de projeto, assim como a norma IEC 61000-3-2 relacionada ao conteúdo harmônico. Deste modo, foi realizada uma comparação entre eles onde o número de componentes, rendimento, esforços nos semicondutores, entre outras características foram analisadas.*

***Palavras-chave:** Conversores isolados. Iluminação pública. LEDs de potência.*

## **1. INTRODUÇÃO**

Uma importante parcela da energia consumida no sistema elétrico mundial, atualmente, é convertida em iluminação artificial (FUSHENG, 2009). Com isso, verifica-se a importância do desenvolvimento de sistemas de iluminação

cada vez mais eficientes. Cerca de 25% do consumo em iluminação é destinado ao uso com a iluminação pública (WU, 2012), o que impulsiona a procura de dispositivos cada vez mais eficientes para este tipo de aplicação. Neste cenário estão os Diodos Emissores de Luz (*Light Emitting Diode*–LED), que agregam características como alta eficácia luminosa (231 lm/W) e longa vida útil (50.000 horas) (BENDER, 2012). Devido a isso, estes dispositivos têm sido cada vez mais utilizados nos sistemas de iluminação (FUSHENG, 2009), (WU, 2012). Os LEDs são dispositivos de baixa tensão de acionamento e não podem ser ligados diretamente à rede elétrica. Portanto, é necessário um circuito para o acionamento. Nesse sentido, buscam-se conversores eletrônicos cada vez mais eficientes e que consigam suprir as necessidades para o acionamento correto dos LEDs.

## **2. OBJETIVOS**

Este trabalho visa realizar uma comparação entre dois conversores para alimentar LEDs de potência para iluminação

pública, um conversor Flyback estágio único e outro Boost-Flyback integrados. Tais conversores agregam características como elevado fator de potência, reduzido conteúdo harmônico na corrente de entrada, elevada eficiência e ainda isolamento entre a carga e a rede.

### 3. METODOLOGIA

O sistema proposto é composto por 32 LEDs de potência conectados em série e alimentados com corrente de 700 mA. A tensão de saída dos conversores é especificada em 100 V e a potência em 70W, com frequência de comutação de 80 KHz. A tensão de alimentação do circuito através da rede é 220 V<sub>RMS</sub>, 60 Hz. Ainda, o projeto foi realizado considerando uma ondulação aceitável, na corrente de saída, de 50%.

#### 3.1 Conversor Flyback estágio único

O conversor Flyback estágio único foi projetado para a razão cíclica de 40% e o seu esquemático pode ser observado na fig. 1. Na tabela 1 são especificados os valores dos componentes utilizados no circuito.

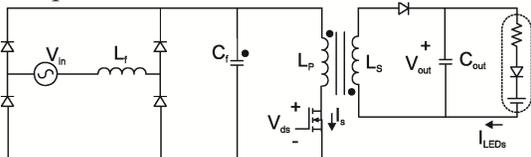


Figura 1. Conversor Flyback

#### 3.2 Conversor Boost-Flyback

O esquemático do conversor pode ser observado na fig. 2, sendo que no projeto foi determinada uma razão cíclica de 28%.

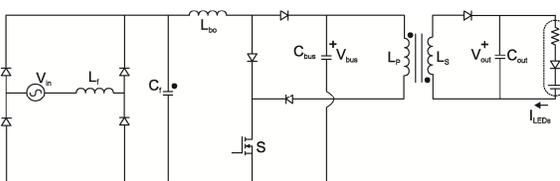


Figura 2. Conversor Boost-Flyback

Foi realizada uma integração entre os conversores Boost e Flyback de forma que

seus interruptores sejam substituídos por apenas um, isso foi possível por possuírem pelo menos um ponto em comum e trabalharem com a mesma frequência e razão cíclica.

Portanto, foi realizada uma conexão do tipo T, que ocorre quando os terminais fonte são os pontos em comum entre os interruptores dos dois conversores conectados em cascata. Ainda, nesse tipo de conexão, o interruptor suporta as correntes dos dois conversores, ou seja, a corrente no interruptor será a soma da corrente dos dois conversores não integrados, resultando assim em uma integração com sobrecorrente no interruptor compartilhado (KIRSTEN, 2011). A tabela 1 também apresenta as especificações do conversor Boost-Flyback.

Tabela 1. Dimensionamento dos componentes.

|  | Flyback | Boost-Flyback |
|--|---------|---------------|
| Razão Cíclica- D (%)                           | 40      | 28            |
| Capacitor do Filtro- C <sub>filtro</sub> (nF)  | 68      | 61,063        |
| Indutor do filtro- L <sub>filtro</sub> (mH)    | 5,2     | 6,482         |
| Indutor do Boost- L <sub>boost</sub> (μH)      |         | 888,83        |
| Capacitor de barramento- C <sub>bus</sub> (μF) |         | 9,25          |
| Capacitor de saída- C <sub>out</sub> (μF)      | 100     | 7,306         |
| Indutância no primário- L <sub>p</sub> (mH)    | 0,621   | 1,55          |
| Indutância no secundário- L <sub>s</sub> (μH)  | 154     | 397,462       |

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conversor Flyback estágio único, como mostrado na fig. 3 e na fig. 4, atende as pretensões do projeto, apresentando tensão e corrente de, aproximadamente, 700 mA e 100 V na saída, assim como a ondulação aceitável na corrente dos LEDs. A

potência média nos LEDs foi de 70 W, apresentando um rendimento de 88%.

Para o conversor integrado Boost-Flyback, a fig. 5 e a fig. 6 mostram os resultados obtidos, apresentando tensão e corrente, aproximadamente, de 700mA e 100 V na saída, a ondulação na corrente de saída também está conforme o esperado. A potência média nos LEDs foi de 70 W, apresentando um rendimento de 84%.

Além disso, ambos os conversores atenderam a norma IEC 61000-3-2 em relação ao conteúdo harmônico.

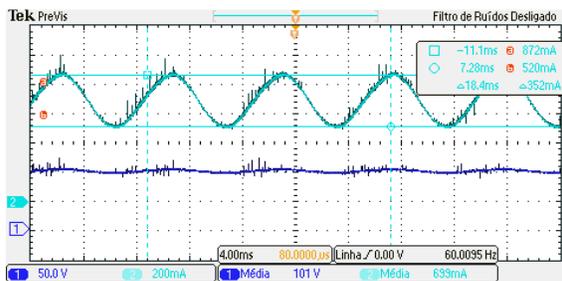


Figura 3. Tensão nos LEDs (CH 1- 50V/div), corrente nos LEDs (CH 2- 200mA/div) - 4ms/div.

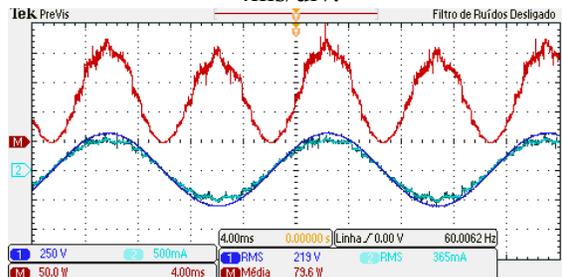


Figura 4. Tensão na entrada (CH 1- 100V/div), corrente na entrada (CH 2- 500mA/div), Potência na entrada (CH M- 50 W/div)- 4ms/div.

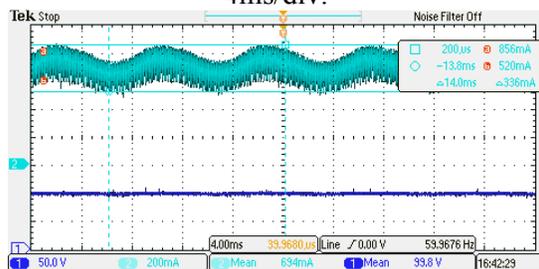


Figura 5. Tensão nos LEDs (CH 1- 50V/div), corrente nos LEDs (CH 2- 200mA/div) - 4ms/div.

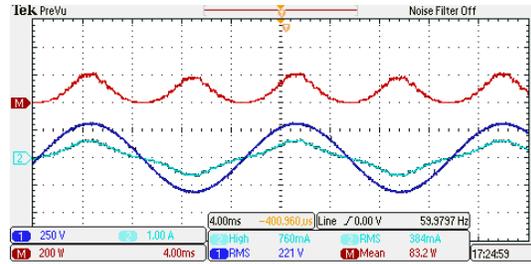


Figura 6. Tensão na entrada (CH 1- 250 V/div), corrente na entrada (CH 2- 1A/div), Potência na entrada (CH M- 200 W/div)- 4ms/div.

A tabela 2 apresenta algumas características dos conversores, de modo a esclarecer as principais diferenças entre os sistemas estudados.

Tabela 2. Características dos conversores

| Característica            | Flyback | Boost-Flyback |
|---------------------------|---------|---------------|
| Corrente Máxima na Chave  | 2,36 A  | 4,56 A        |
| Tensão Máxima na Chave    | 935 V   | 840 V         |
| Rendimento                | 88%     | 84%           |
| Número de componentes     | 10      | 15            |
| Núcleo do Indutor Flyback | 40/12   | 30/7          |
| Número de Diodos          | 5       | 8             |
| Fator de Potência         | 0,99    | 0,97          |
| THD                       | 0,074   | 0,208         |

É possível constatar algumas diferenças notáveis entre os conversores. O conversor Boost-Flyback apresenta um número maior de componentes por ser constituído por dois conversores integrados, isso torna esse sistema menos confiável em relação ao Flyback estágio único. O número de diodos, por exemplo, é maior e isso faz com que seu custo e volume sejam maiores. Entretanto, o conversor Flyback estágio único necessita de um núcleo maior para o indutor Flyback, o que agrega um custo e certo volume. Além disso, o conversor Boost-Flyback apresentou rendimento menor.

O conversor Flyback estágio único apresenta um valor de capacitância na saída maior, como mostra a tabela 1, o que decorre do fato de ser estágio único e desse capacitor ser destinado a filtrar toda a ondulação da potência de entrada. Enquanto para o Boost-Flyback essa capacitância é menor devido a presença, além do capacitor na saída, de um capacitor de barramento e ambos serão responsáveis pela diminuição da ondulação na saída. Portanto, as possibilidades de redução do capacitor de saída no Boost-Flyback são maiores. Quanto aos esforços de tensão no interruptor de cada topologia, são basicamente iguais, o valor da corrente no conversor estágio único é consideravelmente menor, reduzindo assim as perdas relacionadas a tal semiconductor. Essa diferença dá-se pela integração por sobre corrente da topologia integrada.

## 5. CONCLUSÕES

Nesse artigo foi realizada uma comparação entre os conversores Flyback estágio único e Boost-Flyback, em malha aberta, para o acionamento de LEDs de potência para iluminação pública. Os conversores foram projetados e os resultados obtidos coincidem com os objetivos esperados, atendendo a norma IEC 61000-3-2.

Pode-se perceber que o conversor Boost-Flyback exige um número de componentes maior, o que agrega um volume e custo maiores, além disso, apresentou um rendimento menor. Já o Flyback estágio único necessita de um núcleo no indutor maior e tem uma capacitância na saída também maior, já que o conversor Boost-Flyback apresenta, além do capacitor de saída, um capacitor de barramento que juntos são responsáveis pela diminuição da ondulação na saída. Ainda, os esforços de corrente sobre o interruptor do conversor Flyback foram menores já que o conversor Boost-Flyback é integrado por sobre corrente.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da FAPERGS, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul.

## 6. REFERÊNCIAS

FUSHENG LI; DAHUA CHEN; XIANJIE SONG; YUMING CHEN. LEDs: A Promising Energy-Saving Light Source for Road Lighting. **Power and Energy Engineering Conference**. APPEEC 2009, pp. 1-3, Maio de 2009.

WU CHEN; S. Y. R. HUI. Elimination of an Electrolytic Capacitor in AC/DC Light-Emitting Diode (LED) Driver with High Input Power Factor and Constant Output Current. **IEEE Transaction on Power Electronics**, vol. 27, pp. 1598-1607, Março de 2012.

BENDER, V. C. **Metodologia de Projeto Eletrotérmico de LEDs Aplicada ao Desenvolvimento de Sistemas de Iluminação Pública**. Dissertação (Programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria- RS, 2012. 187 p.

KIRSTEN, A. L. **Reator Eletrônico para Lâmpadas de Descarga em Alta Pressão Baseado no Conversor BIFLYBACK Inversor**. Dissertação (Programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria- RS, 2011. 185 p.